

Проведенное численное исследование подтвердило предлагаемую методику. Была произведена серия обучений нейронной сети с одним скрытым слоем методом обратного распространения ошибки (градиентным методом с постоянным шагом). В первом случае начальные значения весовых коэффициентов были заданы случайным образом. В этом случае среднее количество итераций в серии из 100 обучений составило 11979. Во втором случае при прочих равных условиях начальные значения весовых коэффициентов скрытого слоя были приняты как координаты центров масс линейно разделимых областей нейронов. Количество итераций при этом составило 7223, что на 35% лучше первого случая.

Выводы. Предлагаемая методика выбора начальных значений весовых коэффициентов позволяет улучшить сходимость метода обратного распространения ошибки и уменьшить вероятность возникновения «паралича» сети.

Список литературы: 1. Rumelhart D.E., G.E. Hinton and R.J. Williams. "Learning internal representations by error propagation", in D.E. Rumelhart and J.L. McClelland, eds., vol 1, Chapter 8, Cambridge, MA: MIT Press, 1986. 2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд., испр.: Пер. с англ. – М: Вильямс, 2006. – 1104 с. 3. Усаков А.А., Кузьмин А.В. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечеткая логика. – М.: Горячая Линия – Телеком, 2004. – 143 с.

Поступила в редколлегию 07.04.2008

УДК 621.396.98

В.И. БАРЫШЕВ, А.В. МАЗУРЕНКО, В.В. ПЕЧЕНИН

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ОДНОКАНАЛЬНОГО ФИЛЬТРА ДОПЛЕРОВСКОЙ ЧАСТОТЫ

В статті запропонована і досліджується методика оцінки завадостійкості одноканального фільтра доплерівської частоти, реалізованого на електромагнітній лінії затримки. Основою методики є використання цифрового еквівалента аналогової структури фільтра, що дозволяє підбирати параметри фільтра за заданою завадостійкістю та величиною розлагодження. Наведено приклад оцінки завадостійкості доплерівського фільтра одержаної моделюванням на ЕОМ.

Введение

Вопросам разработки резонансных фильтров доплеровской частоты (ФДЧ), повышению их помехоустойчивости, методам расчета, способам уменьшения полосы пропускания, улучшению стабильности работы фильтров при расширении полосы обработки сигнала посвящено достаточное количество работ [1-3]. Особое внимание уделяется разработке многоканальных ФДЧ, в которых применяются резонансные индуктивно-емкостные элементы. При этом возникает ряд труднопреодолимых ограничений, а именно, использование неоправданно большого количества каналов, усложнение их практической реализации, ухудшение стабильности положения и формы частотной характеристики отдельного фильтрующего канала и т.д.

В работе [4] рассмотрено одно из возможных направлений, обеспечивающих преодоление некоторых из указанных выше препятствий. Сущность данного направления будет рассмотрена ниже.

При практической реализации синтезированных на эвристическом уровне одноканальных ФДЧ возникает необходимость оперативной оценки уровня их помехоустойчивости при изменении параметров фильтра; параметров доплеровского сигнала и мощности помехи.

Цель выполненных в работе исследований состояла в разработке методики оценки помехоустойчивости одноканального ФДЧ [4] по его цифровому эквиваленту, который полностью реализуется на широко применяемой в настоящее время универсальной вычислительной технике. Применение такой методики позволяет оценить количественные параметры помехоустойчивости ФДЧ и принять решение о технических возможностях и целесообразности практической реализации фильтра в структуре доплеровской радиотехнической системы.

Синтез и исследование цифрового одноканального фильтра доплеровской частоты

Синтезируем структурно-физическую и математическую модели цифрового эквивалента одноканального ФДЧ на ЛЗ, воспользовавшись результатами, изложенными в [4]. Вариант структурно-физической модели ФДЧ на линии задержки (ЛЗ) представлен на рис. 1.

Амплитудно-частотная характеристика такого ФДЧ с учетом формирующего фильтра:

$$K'(f) = K(f)_{\phi\phi} \left[e^{-j2pf\frac{T}{2}} + g(1 + e^{-j2pfT}) \right], \quad (1)$$

где T – время задержки ЛЗ; $K(f)_{\phi\phi}$ – АЧХ формирующего фильтра с полосой пропускания Δf и гауссовской огибающей вида:

$$K(f)_{\phi\phi} = K_0 e^{-2p \left(\frac{f-f_0}{\Delta f} \right)^2}, \quad (2)$$

где K_0 – коэффициент передачи формирующего фильтра; f_0 – резонансная частота формирующего фильтра.

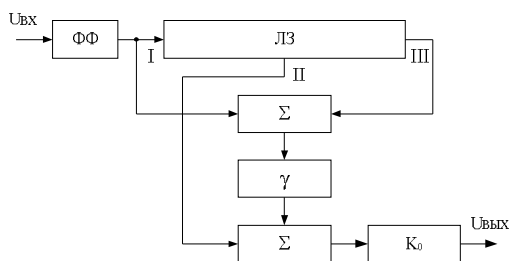


Рис. 1. Структурно-физическая модель ФДЧ:

Σ – сумматор; γ – линейный усилитель с коэффициентом усиления γ ; K_0 – выходной усилитель с коэффициентом усиления K_0 .

Аналоговый фильтр на линии задержки может быть заменен цифровым эквивалентом – цифровым фильтром (ЦФ). Структурно-физическая модель цифрового фильтра доплеровской частоты приведена на рис. 2.

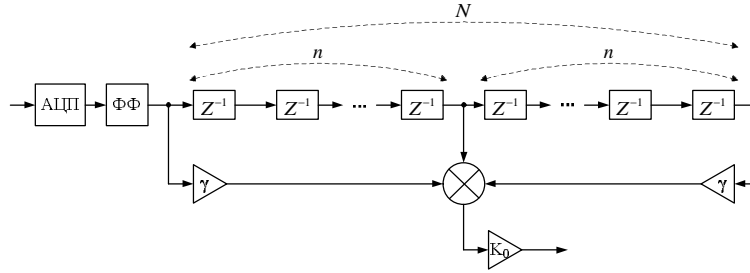


Рис. 2. Структурная схема цифрового ФДЧ

На рис.2.: Z^{-1} – элемент задержки отсчета сигнала на Δt_ϕ (Δt_ϕ – период дискретизации сигнала); $N = 2n$ – количество элементов задержки цифрового фильтра. Здесь, как и прежде, формирующий фильтр имеет АЧХ с гауссовской огибающей

$$K(mdf)_{\phi\phi} = K_0 e^{-2p \left(\frac{mdf - f_0}{\Delta f} \right)^2}, \quad (3)$$

где df – дискретность отсчета частоты; m – номер текущего частотного отсчета.

Для аналогового ФДЧ на ЛЗ должны выполняться условия [4]:

$$\left. \begin{aligned} T &= \frac{1}{2f_\phi} \\ f_\phi &= f_0 - \Delta f_\phi \end{aligned} \right\}. \quad (4)$$

Величина f_ϕ определяется параметрами линии задержки и выбирается вблизи резонансной частоты формирующего фильтра таким образом, чтобы абсолютная расстройка Δf_ϕ ФДЧ относительно f_0 удовлетворяла условию:

$$\Delta f_\phi \leq \Delta f \quad (5)$$

Порядок цифрового ФДЧ зависит от соотношения требуемого времени задержки фильтра и интервала дискретизации сигнала. Исходя из соотношений времен задержки для аналогового фильтра-прототипа (время задержки между отводами I и II, а также отводами II и III ЛЗ равно $t_{I-II} = t_{II-III} = \frac{T}{2}$) очевидно, что N должно быть величиной четной:

$$N = 2n = V \left(\frac{T}{\Delta t_\phi} \right) = V \left(\frac{1}{2f_\phi \Delta t_\phi} \right) = V \left(\frac{f_\phi}{2f_\phi} \right) = V \left(\frac{f_\phi}{2[f_0 - \Delta f]} \right), \quad (6)$$

где $V(\bullet)$ – оператор определения ближайшего четного.

Используя цифровой фильтр, исследуем влияние параметров ФДЧ на мощность выходных шумов. Исходными данными будем считать следующие параметры:

- резонансная частота ФФ – 465 кГц;
- полоса пропускания ФФ – $\Delta f = 10$ кГц;
- форма резонансной кривой ФФ – гауссовская;
- входной сигнал нормальный «белый» шум (НБШ).

НБШ представляет собой последовательность дельта коррелированных отсчетов $n(kt) \rightarrow N(0, \sigma_n^2)$, $\langle n(kt) \cdot n(lt) \rangle = \sigma_n^2 \cdot \delta(kt, lt)$ с дисперсией σ_n^2 .

При воздействии на входе ФДЧ с гауссовской частотной характеристикой ФФ отсчетов НБШ $N(0,1)$ на выходе последнего имеют место квазигармонические колебания. Спектр такого сигнала показан на рис. 3.

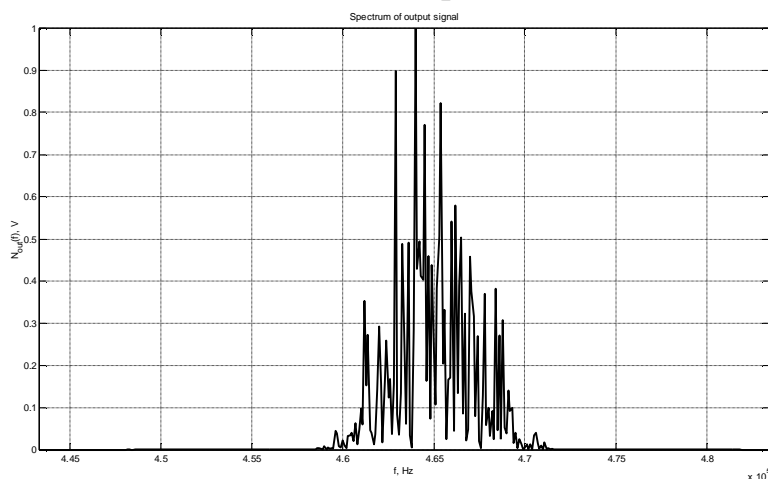


Рис. 3. Спектр сигнала на выходе формирующего фильтра

Изменяя параметры настройки ФФ и величину σ_n^2 можно регулировать мощность шума, поступающего на вход цифровой части ФДЧ. Основной количественной характеристикой мощности выходного шума является его спектральная плотность $G_G(f)$, где индекс «Г» соответствует гауссовской аппроксимации амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) формирующего фильтра.

В соответствии с результатами, полученными в [4] выходное значение $G_G(f)$ вычисляется по формуле

$$G'_G(f) = G_0 K_0^2 \exp \left\{ -2p \left(\frac{f - f_0}{\Delta f} \right)^2 \right\} \left[1 + 2g_G \cos 2p f \frac{T}{2} \right]^2, \quad (7)$$

где G_0 – спектральная плотность входного НБШ.

Величина мощности входных шумов рассчитывается по формуле $S^2 = K_0 G_0 \Delta f_{эф}$. Из анализа выражения (7) следует, что мощность выходных шумов может регулироваться выбором величин g_G и $\Delta f_{эф} = \Delta f$.

Амплитудно-частотная характеристика цифровой части ФДЧ при выбранных параметрах f_0 , Δf и g_G приведена на рис. 4.

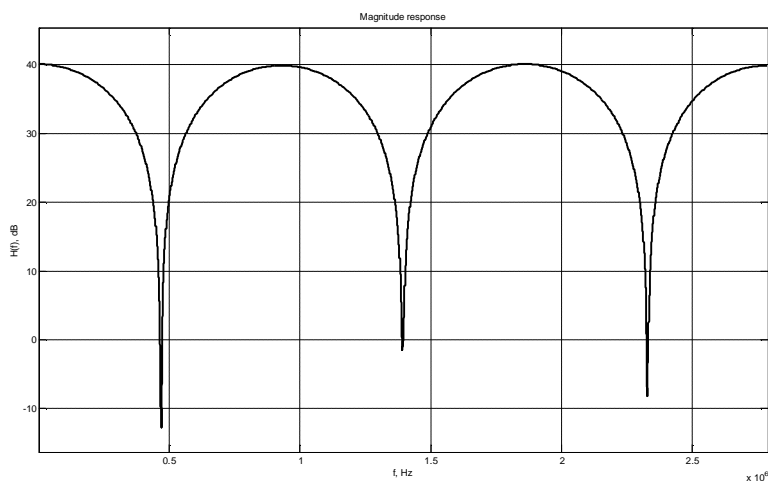


Рис. 4. АЧХ цифрового ФДЧ

На рис. 5 приведена суммарная АЧХ исследуемого ФДЧ (3), а также АЧХ цифровой части ФДЧ (2) и АЧХ формирующего фильтра (1). Регулировка положения максимума и ширина полосы пропускания ФДЧ в области наблюдения ожидаемого доплеровского сигнала (левее частоты настройки ФФ – 465 кГц) осуществляется выбором отношения $\Delta f_\phi / \Delta f$. В частности с увеличением этого отношения наблюдается сужение полосы АЧХ и перемещение ее максимума в область более низких частот.

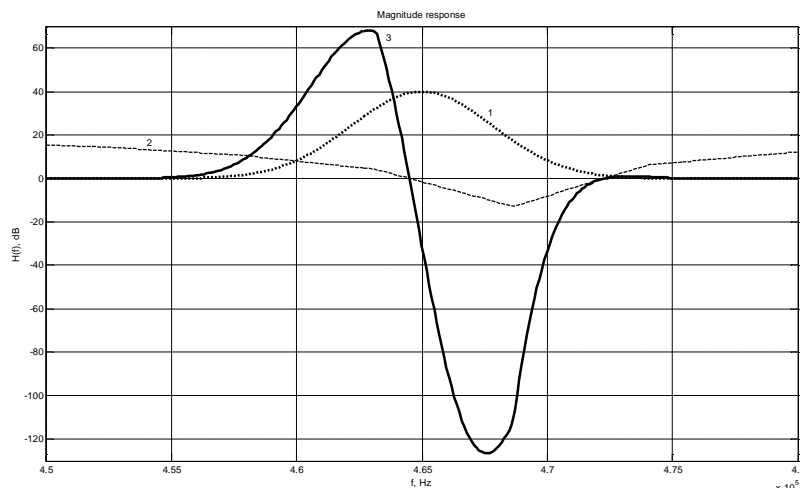


Рис. 5. Суммарная АЧХ исследуемого фильтра (3), АЧХ цифровой части ФДЧ (2) и АЧХ формирующего фильтра (1)

Следует отметить, что результаты, полученные для цифрового прототипа ФДЧ, полностью согласуются с результатами исследований для аналогового ФДЧ на ЛЗ [4].

Результаты оценки помехоустойчивости цифрового ФДЧ

Фильтруемый сигнал представляет собой аддитивную смесь радиоимпульса с прямоугольной огибающей:

$$s(kt) = \begin{cases} U_0 \sin(2\pi f_c kt + \varphi_0), & |t| \leq \frac{\tau_u}{2} \\ 0, & |t| > \frac{\tau_u}{2} \end{cases}, \quad (8)$$

где U_0 – амплитуда сигнала; f_c – частота сигнала; φ_0 – начальная фаза; τ_u – длительность импульса,

и нормального «белого» шума (НБШ):

$$u(kt) = s(kt) + n(kt). \quad (9)$$

Параметры моделирования: частота гармонического сигнала $f_c = 462$ кГц, длительность импульса $\tau_u = 0,001 \dots 1$ мс, амплитуда сигнала $U_0 = 1$ В, частота настройки формирующего фильтра $f_0 = 465$ кГц, полоса пропускания ФФ $\Delta f = 10$ кГц, частота дискретизации $f_\phi = 5,544$ МГц.

Приведенные ниже графики получены для случая, когда частота сигнала расстроена относительно центральной частоты настройки формирующего фильтра, но согласована с параметрами ФДЧ: $f_c = f_\phi$, $\Delta f_c = \Delta f_\phi$.

Для точной настройки цифрового ФДЧ на частоту сигнала, частота дискретизации выбрана исходя из соотношения $f_d = 12f_c$. Отсюда, согласно (4), $N = 6$.

Зависимость отношения сигнал/шум на выходе ФДЧ от относительной расстройки сигнала $\frac{\Delta f_c}{\Delta f}$ при некоторых значениях параметра фильтра $\frac{\Delta f_\phi}{\Delta f}$ приведена на рис. 6.

Для сравнения на рис. 7 приведены графики выходного соотношения сигнал/шум: штриховыми линиями изображены кривые, соответствующие отношению сигнал/шум на выходе формирующего фильтра без подключения ФДЧ, сплошными – с подключением ФДЧ.

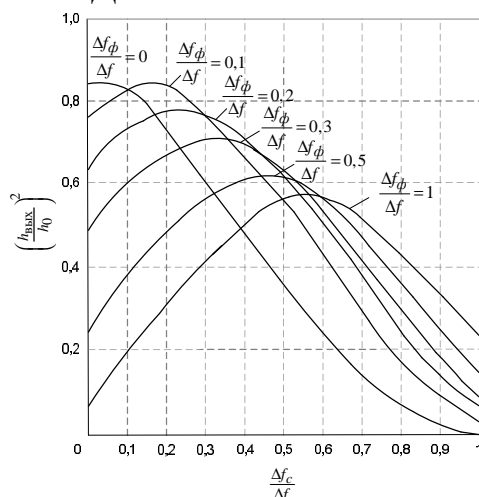


Рис. 6. Графики зависимости отношения сигнал/шум от относительной расстройки сигнала

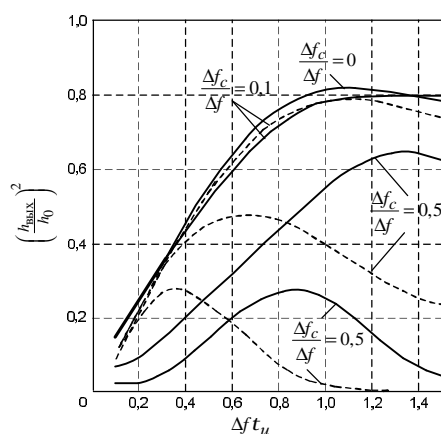


Рис. 7. Графики выходного отношения сигнал/шум для некоторых значений расстройки сигнала

Заключение.

В работе предложена эффективная методика оценки помехоустойчивости одноканальных доплеровских фильтров радиотехнических систем слежения за движением объектов. Приведены конкретные примеры расчета помехоустойчивости ФДЧ при заданных параметрах фильтра, доплеровского сигнала и статистических характеристиках помехи.

В основу методики исследований заложена замена аналоговой структуры ФДЧ цифровым эквивалентом.

Полученные в работе результаты могут быть использованы при модернизации существующих и вновь разрабатываемых радиотехнических систем и комплексов, предназначенных для измерения параметров движения объектов различного назначения.

Список литературы: 1. Тихонов В.И. Оптимальный прием сигналов. – М.: Радио и связь, 1984. 2. Ван Трис Г. Теория обнаружения, оценок и модуляции в 3-х томах: Пер. с англ. – М.: Сов. Радио, 1972 – 1977. Т. 1: Теория обнаружения, оценок и линейной модуляции. Под ред. В.И. Тихонова, 1972. 3. Меркулов В.И., Перов А.И. и др. Радиолокационные измерители дальности и скорости. Т. 1. М.: Радио и связь, 1999. 4. Барышев В.И., Печенин В.В., Горбуненко О.А. Анализ помехоустойчивости доплеровского фильтра, реализованного на линии задержки и резонансном усилителе. “Вісник Національного технічного університету «ХПІ»”. Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ» – 2007. – №11 – с. 7–14.

Поступила в редколлегию 13.04.2008

УДК 681.32

Е. С. ПАРНЯКОВ, д-р техн. наук, **О. С. КУЗЬМЕНКО**

ДИНАМИКА ИЗМЕРЯЕМОЙ ВХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ С БАЗОЙ ЗНАНИЙ

В статті розглядаються основні аспекти вимірювання та аналізу динаміки вхідної інформації в системі з базою знань. Оцінка руху інформаційних потоків дозволяє виявити відхилення вихідної інформації від бажаної і на основі отриманих даних визначають які з потоків системи є домінуючими: переміщення потоків інформації, швидкість збільшення їх об'ємів чи оновлення інформації. Це дозволяє підвищити продуктивність системи і скоректувати вхідну і вихідну інформацію.

Введение. Представленная система сочетает по структурному построению одновременно используемые блоки как автоматического и программного управления, так и блоки интеллектуальных систем [4]. Поэтому современную интеллектуальную систему управления можно считать сложной системой, которая обладает большим набором важных для ее структурных звеньев характеристик и параметров. Каждая из них, представленная для определенного класса, может иметь множество значений указанных особенностей. Составить полный перечень структурных звеньев, имеющих значение для оценки современных интеллектуальных систем, практически невозможно. Но самое важное и объединяющее все интеллектуальные системы – это информационные ресурсы (знания). Объем информационных ресурсов указанных систем изменяется в очень широком диапазоне – от сотен килобайтов в персональных базах данных до десятков петабайтов в очень больших базах данных.

Анализ информационных потоков осуществляется с целью:

- обеспечить рациональную организацию данных и знаний интеллектуальных систем;
- повысить интенсивность информационных потоков [3].